

بررسی عملکرد فرآیند لجن فعال در تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی آق قلا استان گلستان در سال ۱۳۸۶

محمد علی ززولی^۱، اسمعیل قهرمانی^۲، مهدی قربانیان اله آباد^۳، پگاه بهمنی^۴، ایوب نیکویی^۵، مریم السادات هاشمی^۵

نویسنده مسئول: اسمعیل قهرمانی Email: ghahramani64@gmail.com

TEL: 09183806512

چکیده:

زمینه و هدف: یکی از پیامدهای زیست محیطی شهرک‌های صنعتی، ایجاد آلودگی زیست محیطی از جمله تولید فاضلاب‌های صنعتی می‌باشد. در این شهرک‌ها باید فاضلاب‌های صنعتی قبل از ورود به آبهای پذیرنده به روش مناسب تصفیه گردد. اما احداث تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به تنهایی نگرانی‌های زیست محیطی را بر طرف نمی‌کند بلکه برای رسیدن به استانداردهای مطلوب زیست محیطی باید عملکرد این تصفیه‌خانه‌ها مدام تحت بررسی و ارزیابی قرار گیرند. لذا هدف از این مطالعه بررسی عملکرد لجن فعال در تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی آق قلا در استان گلستان می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی می‌باشد که در واحد آزمایشگاه تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی آق قلا واقع در استان گلستان در سال ۱۳۸۶ طی مدت ۱۲ ماه به انجام رسید. در طول مدت مطالعه هر هفته دو مرتبه از فاضلاب ورودی و پساب خروجی نمونه‌برداری مطابق روش استاندارد صورت گرفت که در هر بار نمونه‌برداری پارامتر اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) اندازه‌گیری، ولی آزمایش اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD) به صورت هفته‌ای یکبار انجام شد. پارامتر PH روزانه به وسیله PH متر اندازه‌گیری شد. آزمایشات مربوط به مواد جامد معلق (TSS) و مواد جامد محلول (TDS) نیز به صورت هر ۱۰ روز یکبار انجام شد. آزمایشات صورت گرفته بر اساس آخرین روش ارائه شده در کتاب استاندارد متد انجام شد. در پایان با استفاده از نرم افزار Excel داده‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادیم.

یافته‌ها: میانگین BOD، COD و TSS ورودی به تصفیه خانه به ترتیب ۱۹۶/۱۷، ۱۸۵۴/۵۸ و ۱۲۳۲/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر بود که بیشترین بار آلی ورودی به تصفیه‌خانه مربوط به ماه‌های شهریور و مهر بوده است. میانگین کل راندمان حذف برای COD، BOD و TSS به ترتیب برابر با ۹۶/۶۶، ۹۸/۲ و ۹۷/۶ درصد محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: کیفیت پساب خروجی از تصفیه‌خانه شهرک صنعتی آق قلا در اکثر ماه‌های سال مطابق استانداردهای دفع پساب بود و در کل کارایی این تصفیه‌خانه (سیستم لجن فعال) در حذف آلاینده‌های ورودی بسیار عالی بود. اگرچه در مواردی پساب خروجی منطبق با استانداردهای زیست محیطی نبود ولی با مدیریت و نظارت دقیق بر مقدار دبی و بار آلی ورودی این نواقص براحتی قابل برطرف شدن است.

کلید واژه‌ها: فاضلاب صنعتی - لجن فعال - شهرک صنعتی آق قلا- بررسی عملکرد

^۱- استادیار گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی مازندران

^۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی مازندران

^۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی ایران

^۴- دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی مازندران

^۵- کارشناس مسئول آزمایشگاه تصفیه‌خانه آق قلا

Abstract

Surveying the performance of the activated sludge process in industry town sewage treatment plants of Agghela of the Golestan province in the 1386.

Background and objective: One of environmental results of industry towns is developing environmental pollution such as industry wastewaters production. In these towns the industry wastewaters should be appropriately treated before of entering to receptive waters. However structuring sewage plants justly not correction environmental anxieties but for achieving environmental desirable standards must be continually surveying the performance of this treatment plant. Thus, this research aims at is investigation the performance of activated sludge in the industry town wastewater treatment of Agghela in the Golestan province.

Materials and methods: This study is cross-sectional. This was implemented in the industry town sewage plant laboratory of Agghela in the 1386 year within 12 months in the Golestan. During of the study was sampled two stages weekly from influence wastewater and effluent to standard method which in the every sampling was measured Chemical Oxygen Demand (COD) parameter, But Biochemical Oxygen Demand (BOD) test was weekly accomplished. Ph by meter Ph was daily measured. Experimental of suspended solids (TSS) and dissolved solids (TDS) carried out every of 10 days. Tests were accomplished on the least method in the method standard book. Then data were analysed by excel.

Results: The average of BOD, COD and TSS influence to treatment plant was 11196.17, 1854.58, 1232.25 mg/L respectively. That the most of organic load inlet to plant was regarding Shahrivar and Mehr months. The average of total of removal efficiency for BOD, COD and TSS was calculated 99.66, 98.2, and 97.6% respectively.

Conclusion: The quality of effluence from industry town plant of Agghela in over of year months was on standards of effluent disposal as well as efficiency of this plant (activated sludge system) was very good in the removing influent pollutant. However occasionally effluent was not adapted with the environmental standards but by management and precision supervision on quantity of flow rate and influence organic load is easily correctable this defects.

مقدمه :

رشد روز افزون جمعیت و ارتقای سطح زندگی و توسعه صنایع و انتقال تکنولوژی عواملی هستند که افزایش مصرف آب و تولید فاضلاب در اجتماعات و آلودگی محیط زیست را باعث شده است و امروزه چنان مشکلی ایجاد کرده‌اند که سرمایه‌گذاری جهت تصفیه و دفع بهداشتی را اجباری نموده‌است (۱، ۲).

هر متر مکعب فاضلاب تصفیه نشده ۴۰ تا ۶۰ متر مکعب آب تمیز آشامیدنی را آلوده می‌کند. تأثیرات نامطلوب زیست محیطی ناشی از دفع نادرست فاضلاب صنعتی در حدی است که امروزه اجرای طرح‌های فاضلاب در مناطق شهری و شهرک‌های صنعتی امری ضروری و بنیادی تلقی می‌گردد (۳-۵). مهمترین اهداف از احداث سامانه‌های تصفیه‌ی فاضلاب شامل حفظ بهداشت همگانی، حفاظت محیط زیست و جلوگیری از آلودگی منابع آب و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی و صنعت می‌باشد (۱، ۲، ۶، ۷). در سالهای اخیر ایجاد شهرک‌های صنعتی که از جمله فعالیتهای مهم در امر کمک به توسعه و پیشرفت صنعت در کشور بحساب می‌آید بایستی به گونه‌ای باشد که کمترین آسیبها را به محیط زیست منطقه وارد سازد (۱، ۸، ۹). تاسیس تصفیه‌خانه‌های تصفیه فاضلاب به تنهایی نگرانی‌های زیست محیطی را بر طرف نمی‌کند بلکه برای رسیدن به استانداردهای مطلوب زیست محیطی باید عملکرد این تصفیه‌خانه‌ها مدام تحت بررسی و ارزیابی قرار گیرند (۱۰). از جمله پارامترهای که برای ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب باید مورد توجه قرار گیرد میزان اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD)، میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)، مواد معلق، جامدات محلول و PH فاضلاب خروجی از این تصفیه‌خانه‌ها است (۹، ۱۰). که اگر در این بررسی‌ها مقدار آلاینده خروجی از تصفیه‌خانه از استاندارد خروجی بالاتر بود باید به دنبال مشکل و تمهیدات لازم جهت حل آن بود و اگر با استانداردها همخوانی داشتند باید پساب را طی مسیره‌ی مناسب به مصارفی چون کشاورزی و ... رساند که این کار تا حدودی به مسائل بحران کمبود آب کمک خواهد کرد.

روش بررسی

این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی می‌باشد که در واحد آزمایشگاه تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک‌های آق‌قلا واقع در استان گلستان در طی مدت ۱۲ ماه به انجام رسید. تصفیه‌خانه شهرک صنعتی آق‌قلا که اساس کار آن لجن فعال با هوادهی ممتد است، جهت تصفیه فاضلاب صنایع موجود (۱۶ صنعت

(مختلف) در این شهرک در زمینی به مساحت ۸۰۰۰ متر مربع و برای دبی ورودی ۶۹۰ متر مکعب در روز در سال ۸۱ طراحی و در سال ۸۲ به بهره‌برداری رسید. این تصفیه‌خانه از لحاظ طبقه‌بندی نیز جزء تصفیه‌خانه‌های کوچک به شمار می‌آید (دبی ورودی کمتر از ۰/۲ متر مکعب در ثانیه بود). شهرک صنعتی آق‌قلا دارای شبکه جمع‌آوری فاضلاب بوده و فاضلاب کل صنایع که بر اساس اولویت و حجم فاضلاب تولیدی عبات بودند از: شرکت کیمیا رشد (خوراک دام و طیور) گل پودر (مکمل‌های غذایی)، نصرنوبین (پنیر)، ذوب شمال (قطعات خودرو)، ماه‌شانه (تولید کننده شانه تخم مرغ)، شاهین فام (فرآورده‌های گوشتی)، آبکاری فلزات، زرین گل، گرگان سویا، بهرنگ پلاست، فخرماکارون خرم، شیشه ایمنی گلستان و پارت کیمیا (صنایع دارو) وارد تصفیه‌خانه می‌شود. این تصفیه‌خانه اولین تصفیه‌خانه‌ای بود که در سال ۸۲ به عنوان صنعت برگزیده سبز معرفی شد. تصفیه‌خانه آق‌قلا دارای واحد های: ایستگاه پمپاژ، دانه‌گیر و چربی‌گیر، مخزن متعادل سازی، حوض هوادهی، واحد فیلتر پرس و واحد تزریق کلر می‌باشد. حجم ایستگاه پمپاژ ۲۰ متر مکعب بوده که می‌تواند محلی برای نگهداری و ذخیره فاضلاب ورودی باشد که از شوک‌های ناگهانی ناشی از تغییر مقدار فاضلاب در شبانه روز جلوگیری کند. در واحد دانه‌گیر و چربی‌گیر مواد دانه‌ای و ذرات سبک‌تر از آب گرفته می‌شود. حوضچه یکنواخت سازی و حوض هوادهی از مهمترین قسمت‌های تصفیه‌خانه می‌باشند که بیشترین کاهش بار آلودگی در حوضچه یکنواخت سازی دیده می‌شود. در این واحد هوادهی سطحی تعبیه شده که با دور تند کار می‌کنند و باعث تعدیل شوک‌های هیدروکسی و آلودگی و تغذیه دائمی حوض هوادهی می‌شود. در حوض هوادهی که حجم آن ۱۹۶۰ متر مکعب است در این واحد ۴۰ عدد نازل کار گذاشته شده است که به هر نازل ۴ تا ۵ دیفیوزر نصب شده است که میزان هوای عبوری از هر نازل ۰/۳۵ متر مکعب در دقیقه است. در شکل ۱ واحد هوادهی عمقی این تصفیه‌خانه را مشاهده می‌نمایید. پس از آن فاضلاب وارد حوض‌های ته‌نشینی می‌شود که تعداد آنها ۳ عدد بوده و به صورت موازی قرار گرفته‌اند. بعد از این مرحله حوض کلر زنی قرار گرفته است که پساب در تماس با کلر قرار می‌گیرد. در پایان پساب خروجی به دو قسمت تقسیم که یک بخش آن به مصارف کشاورزی می‌رسد (به طوری که درصدی از این پساب در محوطه تصفیه‌خانه جهت آبیاری سبزیجات به کار می‌رود (شکل ۲) بخش دیگر آن وارد رودخانه قره‌سو شده که در نهایت به دریای خزر می‌ریزد. در طول دوره این مطالعه هر هفته دو بار از فاضلاب ورودی و پساب خروجی نمونه‌برداری صورت گرفت که در هر بار نمونه‌برداری پارامتر اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) اندازه‌گیری، ولی آزمایش اکسیژن مورد نیاز

بیولوژیکی (BOD) به صورت هفته‌ای انجام شد. پارامتر PH روزانه به وسیله PH متر اندازه‌گیری شد. آزمایشات مربوط به مواد جامد معلق (TSS) و مواد جامد محلول (TDS) نیز به صورت هر ۱۰ روز یکبار انجام شد. آزمایشات صورت گرفته بر اساس آخرین روش ارائه شده در کتاب استاندارد متد انجام شد. در پایان با استفاده از نرم افزار EXEL داده‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادیم.



شکل ۱: واحد هوادهی عمقی تصفیه‌خانه آق‌قلا

یافته‌ها

در این مطالعه هر هفته دو بار از فاضلاب ورودی و پساب خروجی نمونه‌برداری شد که میانگین ماهانه نتایج آن در جدول ۱ و ۲ آمده است. همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می‌نمائید بیشترین COD ورودی مربوط به شهریور ماه بوده (۲۷۹۵ میلی گرم در لیتر) که علت آن را می‌توان به افزایش تولید محصول توسط شرکت‌های مختلف در شهرک صنعتی آق‌قلا دانست زیرا همراه با تولید محصول فاضلاب با غلظت بیشتری نیز تولید می‌شود.



شکل ۲: کشت سبزیجات با استفاده از پساب خروجی در محوطه تصفیه‌خانه

جدول ۱: میانگین ماهانه BOD ، COD و TSS فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه آق‌قلا در سال

۸۶

ماه	ورودی					MLSS در حوض هوادهی (mg/l)
	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	BOD/COD (mg/l)	TSS (mg/l)	PH	
فروردین	۸۹۸	۱۳۸۴	۰/۶۵	۱۱۰۰	۷/۲	۶۵۵۵±۶۳۴
اردیبهشت	۹۲۴	۱۵۵۳	۰/۵۹	۱۰۷۳	۷/۷	۶۴۳±۴۹۵
خرداد	۱۳۰۵	۱۷۱۲	۰/۷۶	۱۲۷۸	۷/۱۷	۵۴۷۲±۵۳۴
تیر	۹۶۰	۱۹۳۹	۰/۴۹	۱۵۰۰	۷/۹۳	۴۹۳۵±۲۴۸۷
مرداد	۱۰۳۲	۱۳۴۳	۰/۷۷	۱۰۹۸	۶/۷	۴۷۵۷±۶۵۸
شهریور	۱۶۲۹	۲۷۹۵	۰/۵۸	۱۳۵۸	۶/۴۲	۵۹۹۱±۴۸۰
مهر	۱۷۱۴	۲۷۷۳	۰/۶۲	۱۱۵۸	۷/۴۲	۵۶۵۳±۵۵۷
آبان	۱۳۷۰	۲۰۳۲	۰/۶۷	۱۲۲۲	۶/۷۲	۵۴۲۳±۴۹۰
آذر	۱۲۸۷	۱۷۰۹	۰/۷۵	۱۰۶۷	۷/۱۵	۵۲۸۲±۴۰۶
دی	۸۶۰	۱۸۷۱	۰/۴۶	۱۱۶۷	۷/۲۶	۶۰۲۰±۳۴۵
بهمن	۱۱۷۱	۱۷۸۴	۰/۶۶	۱۱۰۰	۷/۷	۵۸۰۸±۳۲۶
اسفند	۱۲۰۴	۱۳۶۰	۰/۸۸	۱۶۶۶	۸/۰۸	۵۹۲۰±۲۷۴
میانگین	۱۱۹۶±۲۸۱	۱۸۵۴±۴۸۹	۰/۶۵±۰/۱۲	۱۲۳۲±۱۸۹	۷/۲±۰/۴۴	۳۱۴۰±۱۲۵

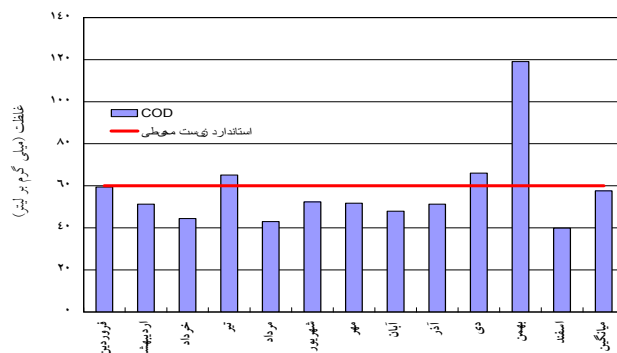
بر اساس این نتایج، غلظت آلاینده‌های ورودی (BOD, COD, TSS) بسته به ماه‌های سال که مقدار تولیدی شرکت‌های مختلف در این شهرک صنعتی تغییر می‌کند در نوسان بود (جدول ۱). همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌نمائید بیشترین مقدار آلاینده‌ها در ماه‌های شهریور و مهر وارد تصفیه‌خانه شد و حداقل آن مربوط به مرداد ماه بود. عملکرد تصفیه‌خانه در حذف خانه در حذف COD ورودی به آن در اکثر ماه‌های سال از استاندارد های زیست‌محیطی تجاوز نمی‌کرد (۶۰ میلی گرم در لیتر (۱۱, ۱۲)).

جدول ۲: میانگین ماهانه BOD ، COD و TSS فاضلاب خروجی به تصفیه‌خانه آق‌قلا در سال ۸۶

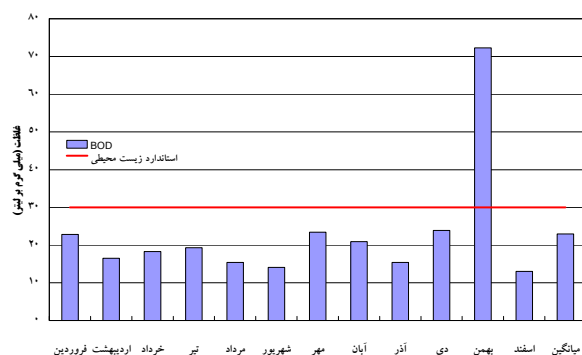
ماه	خروجی			
	PH	TSS	COD	BOD
فروردین	۷/۵۹	۳۸/۸	۵۹/۴	۲۲/۸
اردیبهشت	۷/۶۶	۳۲/۹	۵۱/۳	۱۶/۵
خرداد	۷/۶۷	۴۱/۳	۴۴/۴	۱۸/۳
تیر	۸/۲۳	۴۵	۶۵/۱	۱۹/۳
مرداد	۷/۷۵	۲۲	۴۳	۱۵/۴
شهریور	۷/۴۲	۳۳/۹	۵۲/۳	۱۴/۱
مهر	۷/۸۱	۲۳/۷	۵۱/۷	۲۳/۴
آبان	۷/۴۸	۲۱/۲۵	۴۷/۹	۲۰/۹
آذر	۷/۷۲	۲۲/۴	۵۱/۳	۱۵/۴
دی	۷/۶۹	۳۷/۱	۶۶	۱۳/۹
بهمن	۷/۷۲	۲۵/۶	۱۱۹/۱	۷۲/۳
اسفند	۷/۷۴	۹۰	۳۹/۸	۱۳
میانگین	۷/۷±۰/۲	۳۶±۱۹	۵۷±۲۱	۲۲±۱۶

البته این روند برای ماه‌های تیر (۶۵ میلی گرم در لیتر)، دی (۶۶ میلی گرم در لیتر) و بهمن (۱۱۹ میلی گرم در لیتر) مستثنی بود که علت آن را می‌توان به شوک ناگهانی در دبی ورودی دانست به طوری که در بعضی از روزهای بهمن ماه از میانگین دبی ورودی روزانه (۴۰۰ متر مکعب در روز) و حداکثر ظرفیت تصفیه‌خانه (۶۹۰ متر مکعب در روز) نیز بالاتر رفت و به ۷۰۰ متر مکعب در روز رسید. BOD خروجی نیز از همین امر تأثیر پذیر است به طوری که در بهمن ماه به علت شوک دبی ورودی مقدار BOD از مقدار استاندارد زیست‌محیطی (۳۰ میلی گرم در لیتر (۱۱، ۱۲)) بالاتر رفت و به ۷۲ میلی گرم در لیتر رسید. (نمودار ۲). مواد جامد معلق نیز در ماه‌های تیر (۴۵ میلی گرم در لیتر) و اسفند (۹۰ میلی گرم در لیتر) از مقادیر استاندارد زیست محیطی (۴۰ میلی گرم در لیتر (۱۱، ۱۲)) بالاتر رفت. (نمودار ۳) PH فاضلاب خروجی به دلیل وجود حوضچه یکنواخت‌سازی در تصفیه‌خانه در طول مدت زمان تحقیق

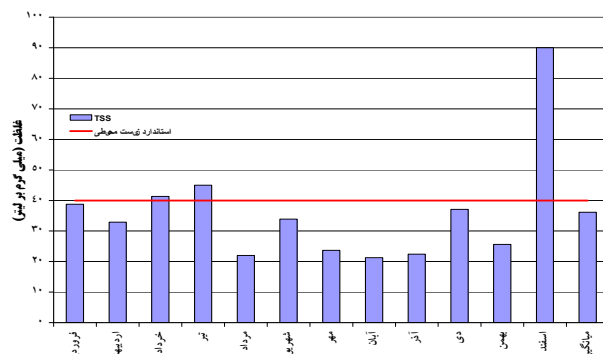
در حد استاندارد زیست محیطی باقی ماند (نمودار ۴). اما در مجموع راندمان کار این تصفیه خانه بسیار عالی بود و در اکثر موارد منطبق با استانداردهای زیست محیطی بود. میانگین کل راندمان حذف آلاینده های مذکور برای COD ، BOD و TSS به ترتیب برابر با ۹۶/۶۶ ، ۹۸/۲ و ۹۷/۶ شد (نمودار ۶).



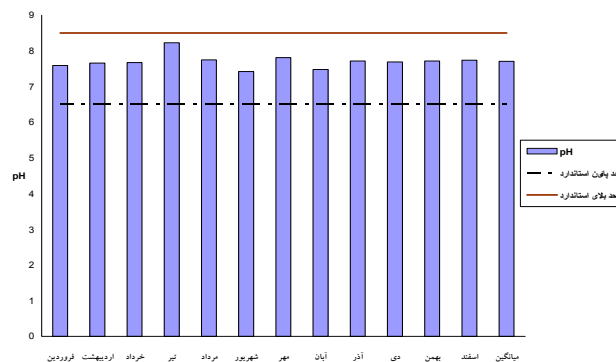
نمودار ۱: روند تغییرات COD خروجی از تصفیه خانه آق قلا در سال ۱۳۸۶



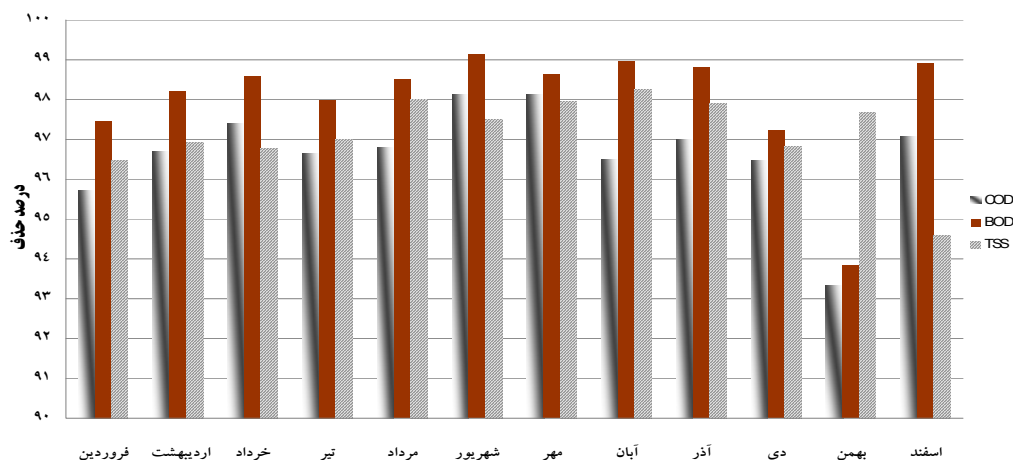
نمودار ۲: روند تغییرات BOD خروجی از تصفیه خانه آق قلا در سال ۱۳۸۶



نمودار ۳: روند تغییرات TSS خروجی از تصفیه خانه آق قلا در سال ۱۳۸۶



نمودار ۴: روند تغییرات PH فاضلاب خروجی از تصفیه‌خانه آق‌قلا در سال ۱۳۸۶



نمودار ۵: راندمان حذف آلاینده‌های BOD, COD و TSS در تصفیه‌خانه آق‌قلا در سال ۱۳۸۶

بحث و نتیجه‌گیری:

همانطور که در نمودار ۵ نمایان است کمترین راندمان حذف آلاینده‌های فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه آق‌قلا در بهمن ماه و به میزان ۹۳ درصد بود که این مطلب بالابودن کارایی سیستم لجن فعال این تصفیه‌خانه را می‌رساند. در برخی از ماه‌های سال میزان آلاینده‌های خروجی به دلیل افزایش ناگهانی دبی با استانداردهای زیست‌محیطی همخوانی نداشت (۱۱) که برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌شود:

۱. ساخت یک حوضچه یکنواخت سازی اضطراری در کنار حوض یکنواخت سازی اصلی جهت

- افزایش زمان ماند، فاضلاب و خنثی سازی کامل و کنترل شوک ناگهانی
۲. محدود کردن میزان فاضلاب هر کارخانه‌ای که فاضلابش وارد تصفیه‌خانه می‌کند.
۳. ملزم کردن صنایع به انجام تصفیه اولیه فاضلابشان (با اقداماتی مثل: گذاشتن حوضچه ذخیره سازی، رقیق سازی، گذاشتن سپتیک در مسیر عبور فاضلاب، گذاشتن فیلترهای شنی در مسیر عبور فاضلاب و گذاشتن حوضچه چربی گیر)
۴. برگشت لجن بیشتر در مواقع اضطراری
۵. شناسایی دقیق ترکیب مواد تولیدی توسط صنایع شهرک صنعتی آق‌قلا در ماه‌های مختلف سال

پساب خروجی از تصفیه‌خانه آق‌قلا به علت همخوانی بسیار خوبی که در اکثر ماه‌های سال با استانداردهای زیست‌محیطی داشت و از طرفی باتوجه به حاصلخیزی خاک منطقه هدایت و کنترل این پساب برای کشاورزی و کشت‌های گلخانه‌ای بسیار مناسب است. هرچند که بخش اعظمی از این پساب جهت مصارف کشاورزی مسیر دهی شده است اما لازم است آن بر بخش دیگر آن که وارد رودخانه قره‌سو می‌شود مدیریتی بهتر انجام شود تا در این عصر کمبود آب به نحو احسن از پساب تصفیه‌شده استفاده شود.

منابع:

۱. Tchobanoglous G, . Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (Hardcover)
New York: McGraw-Hill, Metcalf & Eddy Inc 2003.
۲. Qasim sR. Wastewater Treatment Plants: Planning, Design and Operation, Second
Edition. 3, editor. New york: McGraw Hill Inc; 1991.
۳. Pescod MB. Wastewater treatment and use in agriculture FOOD AND AGRICULTURE
ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS 1992;47.
۴. میران زاده محمد باقر، بابامیر شکوه السادات، بررسی کارایی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک اکباتان
تهران طی سال‌های ۸۰-۱۳۷۹، فصلنامه علمی پژوهشی فیض، شماره ۲۵، بهار ۸۲
- ۵- حسینی میرمختار، دفع فاضلاب در اجتماعات کوچک، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی

ارومیه، ۱۳۸۱،

۶. Amann R, Lemmer H, Wagner M. Monitoring the community structure of wastewater treatment plants: a comparison of old and new techniques. FEMS Microbiology Ecology. 1998;25.
۷. حسینی میر مختار، بابالو عیسی، بررسی کارایی لاگون به کمک هواده مکانیکی در کاهش میزان نیاز بیولوژیکی (BOD)، نیاز شیمیایی اکسیژن (COD) و ذرات جامد معلق (TSS) در تصفیه‌خانه فاضلاب شهر خوی، مجله دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، پاییز ۱۳۸۲
۸. Abou-Elela SI, Nasr FA, El-Shafai SA. Wastewater management in small- and medium-size enterprises: case studies. Environmentalist. 2008;26.
۹. Melidis P, Vaiopoulou E, Aivasidis A. Development and implementation of microbial sensors for efficient process control in wastewater treatment plants. Bioprocess Biosyst Engineering. 2008;31.
۱۰. Cirja M, Ivashechkin P, ffer AS, Corvini PFX. Factors affecting the removal of organic micropollutants from wastewater in conventional treatment plants (CTP) and membrane bioreactors (MBR). Review Environmental Science Biotechnol. 2008;7.
۱۱. استاندارد استفاده مجدد از پساب، سازمان حفاظت از محیط زیست، ۱۳۷۳
۱۲. خرسندی حسن، نوید جوی ناهید، بررسی میزان کارایی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان امام خمینی ارومیه در سال ۱۳۸۲ و ارائه راهکارهای مناسب بهره‌برداری، مجله دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، شماره ۵۹، ۱۳۸۴

